

Rec'd PCT/PTO 21 JUN 2005

PCT/JP 2004/012289

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

03.09.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 1 月 2 2 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 1 4 8 5 0
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 1 4 8 5 0]

出 願 人
Applicant(s): 三 菱 電 機 株 式 有 限 公 司

REC'D. 29 OCT 2004

WIPO

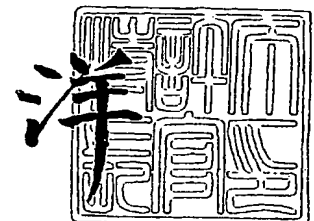
PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 1 0 月 1 5 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 9 2 9 8 6

【書類名】 特許願
【整理番号】 547336JP02
【提出日】 平成16年 1月22日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H02K 5/18
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 都出 結花利
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 大穀 晃裕
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 山口 信一
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 有田 秀哲
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 栞山 盛幸
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 吉岡 孝
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 菊池 友弘
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 速水 勝巳
【発明者】
 【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内
 【氏名】 宮崎 高志
【特許出願人】
 【識別番号】 000006013
 【氏名又は名称】 三菱電機株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100073759
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 大岩 増雄
【選任した代理人】
 【識別番号】 100093562
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 児玉 俊英
【選任した代理人】
 【識別番号】 100088199
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 竹中 岑生

【選任した代理人】

【識別番号】 100094916

【弁理士】

【氏名又は名称】 村上 啓吾

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2003-312214

【出願日】 平成15年 9月 4日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 035264

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

フレーム内に固定子鉄心を固定することによりモータを製造する方法において、上記フレームから固定子鉄心への応力が、そのモータの機種毎に、上記固定子鉄心の予め決められた部位で、極点を取る配置に、上記フレーム及び固定子鉄心間の位置決めをして、上記フレームに対して上記固定子鉄心を固定することを特徴とするモータの製造方法。

【請求項 2】

上記フレームに楕円を含む略円形のフレームを採用し、フレームの短軸線あるいは長軸線に対し固定子鉄心のティース中心線あるいはスロット中心線が一致するように位置決めして、上記フレームに対して上記固定子鉄心を固定することを特徴とする請求項 1 に記載のモータの製造方法。

【請求項 3】

上記フレームから固定子鉄心への応力が極大になる配置が、そのモータの機種毎に、上記固定子鉄心のティース中心線あるいはスロット中心線と一致するようにフレーム及び固定子鉄心間の位置決めをして、上記フレームに対して上記固定子鉄心を固定することを特徴とする請求項 1 に記載のモータの製造方法。

【請求項 4】

上記フレームに方形フレームを使用し、このフレームの対角線に対し固定子鉄心のティース中心線あるいはスロット中心線が一致するように位置決めをして、上記フレームに対して上記固定子鉄心を固定することを特徴とする請求項 1 に記載のモータの製造方法。

【請求項 5】

上記フレームから固定子鉄心への応力がフレームの法線方向の肉厚分布において極小あるいは極大となり、かつ、肉厚の変化率において極小となる配置が、そのモータの機種毎に、上記固定子鉄心のティース中心線あるいはスロット中心線と一致するように、フレーム及び固定子鉄心間の位置決めをして、上記フレームに対して上記固定子鉄心を固定することを特徴とする請求項 1 に記載のモータの製造方法。

【請求項 6】

上記フレームから固定子鉄心への応力が極小または極大になる配置が、そのモータの機種毎に、上記固定子鉄心のティース中心線あるいはスロット中心線と一致するように位置決めする際、製造上の位置決め精度の範囲の角度領域をもって、フレーム及び固定子鉄心間の位置決めをして、上記フレームに対して上記固定子鉄心を固定することを特徴とする請求項 1 に記載のモータの製造方法。

【請求項 7】

突き合せ部あるいは溶接部を要する関節型固定子鉄心あるいは薄肉型固定子鉄心を採用し、上記フレームの法線方向の肉厚分布が極小となり、かつ、肉厚の変化率が極小となる配置が、上記突き合せ部あるいは溶接部と一致するように、フレーム及び固定子鉄心間の位置決めをして、上記フレームに対して上記固定子鉄心を固定することを特徴とする請求項 1 に記載のモータの製造方法。

【請求項 8】

上記位置決め時の精度範囲を±10度の角度領域としたことを特徴とする請求項 6 及び 7 に記載のモータの製造方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】モータの製造方法

【技術分野】

【0001】

この発明は、コギングトルクの低減を目的とした簡便なモータの製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

現在使用されている殆どの永久磁石型モータにはトルクムラと呼ばれる問題があり、これがモータの高効率化を妨げると共に、振動・騒音を発生させる原因となっている。トルクムラは、通常運転時、すなわち、固定子巻線に通電した状態で発生するトルクリップルと、固定子巻線に通電せずに、外部駆動により回転子を回転させたときに、トルクの脈動成分として現れるコギングトルクがある。コギングトルクは、モータの構成部品である永久磁石と鉄心の相互作用によって発生する。このコギングトルクを減らすことによって、位置決め用サーボモータにおいて、正確な位置決めが容易となり、制御側にかかる課題が軽減される。また、パワーステアリング用モータにおいては、低速時の操舵フィーリングが改善される。さらにトルクリップルもある程度軽減される効果があるため、モータ出力の効率化と騒音・振動の低減を図ることができるため、近年、モータ性能をはかる重要なファクターとなっている。

【0003】

サーボモータ等の設計においては、一般にモータ極数とスロット数の組み合わせを最適化すると共に、電機子鉄心や永久磁石の形状・寸法に工夫を凝らして、コギングトルクを低減させるようにしている。しかしながら、方形フレームを例にとると、フレームの肉厚が、固定子の周方向に対して不均一となるため、固定子を固定する工程、例えば焼きばめや圧入、モールドなどの際に、フレームが固定子鉄心に与える応力（単位面積当たりに働く力）が不均一となり、このことが磁気特性の局所的劣化を引き起こし、コギングトルクの増大を招く要因となりうる。このような場合の対策として、特許文献1に開示されている発明がある。この発明では、方形フレーム全周にフィン形成し、フィン底部のフレーム本体の肉厚を略均一化することにより、固定子をフレームで固定する際の固定子にかかる応力を均一化している。固定子にかかる応力の均一化によりコギングトルクを低減させようとするものである。

【0004】

しかし、上記特許文献1に示されている方法では、フィンの製造工程が必要となること、また、特に深く彫り込んで製作するフィンは製造工程を複雑にし、コストアップの要因となっていた。また、フィンを除いた実効的なフレーム厚が著しく小さくなり、フレーム強度が低下すること、などの問題が生じていた。フィンの製造工程、特に深く彫り込んで製作するフィンは製造工程を複雑にし、コストアップの要因ともなる。また、基本形状が四角形であるため、フレームから固定子鉄心にかかる応力を完全な均一にすることは非常に困難である。このような厚さの不均一による固定子鉄心にかかる応力の不均一という事情は、方形フレームに限らず種々の形状についても起こり得る。例えば、設計上、円筒で、固定子周方向に厚み分布をまったく設けていない場合においても、現実には、工作精度の問題から、フレームの内径形状や、外径形状に誤差が生じる。多くの場合、これらは楕円形状になるため、固定子周方向にも厚み分布が存在することになる。コギングトルクのレベルを小さくして高性能化していくと、これらの影響も無視できなくなってくる。

【0005】

【特許文献1】特開2001-95199号公報

【非特許文献1】電機学会回転機研究会資料 RM-03-152 (2003) 「外部応力印加時のPMモータのコギングトルクに関する実験検討」

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

このように、固定子鉄心の応力分布の不均一性に起因してコギングトルクが発生するので、これを如何にして低減するかということが課題となっており、特に、簡便なモータ製造方法でこれを解決することが要請されていた。

従って、この発明は、フレームと固定子鉄心との簡単な位置決め固定方法により、コギングトルクを低減すると共に、コギングトルクの大きさのばらつきを改善し、量産時の製品の歩留まりを向上することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明は、フレーム内に固定子鉄心を固定することによりモータを製造する方法において、上記フレームから固定子鉄心への応力が、そのモータの機種毎に、上記固定子鉄心の予め決められた位置で、極点をもつ配置、すなわち極大あるいは極小になる配置に、上記フレーム及び固定子鉄心間の位置決めをして、上記フレームに対して上記固定子鉄心を固定したものである。

【発明の効果】

【0008】

この発明に係るモータの製造方法によれば、フレーム内に固定子鉄心をコギングトルクが増大しない部位に位置決め固定できるので、位置決めして固定するという簡単な工程で、応力の不均一性による磁気特性の劣化を低減でき、コギングトルクを低減させることができる。

また、フレームが固定子鉄心に加える応力の変化分すなわち微分値が、最小あるいは最小に近い値をとる配置に、フレーム及び固定子鉄心間の位置決めをして、フレームに対して固定子鉄心を固定したので、量産時において、位置決め装置に有限の位置決め誤差が発生しても、コギングトルクの増大を抑え、かつ、ばらつきの発生を抑制することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

実施の形態 1.

図1は、本発明を実施するための実施の形態1におけるモータの組み立て方法を説明するための図である。図1において、固定子鉄心1は12個のティース2と12個のスロット3を形成した電磁鋼板を積層して構成されている。フレーム4は、この例では図示しない回転子回転軸に垂直なフレーム4の断面形状として円形が予定されたものである（以下、円形フレームと称する）。回転子と固定子を組み上げるためのネジ穴5が180度の角度で対向して設けられている。フレーム4は型に合わせて加工されるため、その形状精度は、型のそれとほぼ同等となっており、フレーム4の固定子鉄心1を入れる穴の形状の真円度（内径の最大/最小寸法差）は、あまり高くなく、ある製品系列について言えば、例えば120 μ m程度の楕円形状を有する。

【0010】

このときの楕円形状の短軸を、図1では直線6で示している。またフレームの外径形状は、概略内径形状と相似であり、楕円形状を有する。従って、フレームの厚みは、周方向でほぼ一定であるが、形状測定の結果、楕円の長軸方向に必ず取り付け用のネジ穴がくることがわかった。従って、長軸上のフレーム厚みは、ネジ穴径分だけ薄くなる。

一方、固定子鉄心1は、電磁鋼板を切断したものを、かしめながら積層して製作されるのが一般的であり、固定子鉄心1の外径の真円度は例えば50 μ m以下で、上記フレーム4の穴の形状に比し、ほぼ円と言えるものであることが多い。

【0011】

従来、フレーム4の穴に固定子鉄心1を挿入し固定する際に、フレーム4と固定子鉄心1との回転子回転軸周りの回転方向位置関係は考慮されておらず、任意の位置で固定子鉄心1をフレーム4に焼きばめ、圧入、モールド等の方法で固定していた。

本発明は上述したようなフレーム4の穴の真円度が固定子鉄心1の外形の真円度に比べて劣ることが多い点に着目し、製造工程においてフレーム4と固定子鉄心1との固定プロ

セスにおいて上記回転方向の位置関係を管理することの有用性に注目したものである。

【0012】

例えば、焼きばめによって、フレームに固定子鉄心を固定する場合、フレームから固定子鉄心の最外径の側面に応力がかかるのは、高温に保持し、形状が膨張したフレームに、常温状態の固定子鉄心を合わせて常温に放置する間に、フレームの形状が収縮して固定子鉄心を締め付けることで固定する。即ち、上記の、穴の形状が楕円形の断面を有するフレーム4とほぼ円形断面を有する固定子鉄心1とは、その固定プロセスの初期段階において、フレーム4の楕円形状穴の短軸方向でフレーム4と固定子鉄心1とが接触することになる。

【0013】

さらに、一般的に、フレームの厚みが厚い方が、膨張および収縮時の形状変化は大きく、固定子鉄心の側面の最外径部分が、フレームから直接受ける力は、フレームの厚みが厚い方が大きいと言える。従って、このような場合の固定では、固定子鉄心1の応力が極大（この場合は最大）になる地点は、上記短軸に一致する直線6が固定子鉄心1の外径と交叉する点になる。この実施の形態では、この固定子鉄心1側の応力極大地点を固定子鉄心1のティース2の最近傍に来るようにするものである。ここで上記ティース2は偶数であるから、上記のような配置を実現することは、上記短軸に対応する直線6を、固定子鉄心1の互いに対極に位置するティース2を結ぶ線であるティース中心線7に一致させるか、あるいはその最近傍に来るようにすればよい。

【0014】

ティース中心線7はティース全数の1/2に相当する本数、即ち複数本設定することができるが、上記直線6に位置合わせするティース中心線7は、上記複数本のティース中心線7の内いずれであっても良い。このようにして位置決めした後、相互の位置関係を保ったまま、両者を固定する。例えば焼きばめ固定を例にとりて説明すれば、まず最初に环境温度T0下で、フレーム4の穴、及び固定子鉄心1の外形をその形状を含めて計測する。通常は代表サンプルについて計測しておけばフレーム毎、固定子鉄心毎に計測する必要はない。

【0015】

次にフレーム4を一定温度T1まで昇温する。T1はフレーム4、固定子鉄心1の材質、形状が与えられていれば、固定子鉄心1がフレーム4の穴に挿入できる程度に穴の径が熱膨張により大きくなるまでの温度として予め計算評価により求めることができる。このように、温度T1にまで加熱されたフレーム4に固定子鉄心1を挿入する。そして、予め判明しているフレーム4の穴の短軸に対応する直線6と固定子鉄心1のティース中心線7とを合致させるように固定子鉄心1を回転等によりフレーム4に対して位置合わせする。このようにして位置合わせした後はフレーム4を常温T0にまで冷却し、固定子鉄心1をフレーム4の冷却時の収縮によりフレーム4に対して固定する。

【0016】

このように、フレーム4の短軸に対応する直線6と固定子鉄心1のティース中心線7とを位置合わせして固定することにより、他の箇所では固定した場合に比べ、コギングトルクは低減する。これは、固定子鉄心の肉厚がティース2の分だけ他の箇所より厚く機械強度が強いことから、固定子鉄心1の内部を磁束が通る通り道に対し影響を与える領域が小さく、際に応力の影響を受けにくい、ということに起因しているものと考えられる。

永久磁石モータの場合、マグネットを含むロータ及びステータの形状が理論値であったとすると、電機学会回転機研究会資料RM-03-152(2003)の2～4頁に示されているように、ロータが一周する際のコギングトルクの脈動数は、マグネットの極数とステータのスロット数との最小公倍数の回数となる（例えば、非特許文献1参照）。

【0017】

しかし、実際の製品においては、マグネットの極数とステータのスロット数との最小公倍数よりも少ない脈動数が発生しており、その代表的なものは、ステータのスロット数と同数及びその整数倍、またはマグネットの極数及びその整数倍の脈動成分である。

このうち、マグネットの極数と同数のコギングトルクの脈動成分については、発生条件の1つとして、上記非特許文献1の4頁、(19)式に示すようにステータの作るパーミアンス分布関数がロータ1回転あたりに所定の条件を備えたN回の脈動成分を持った場合であることが示されており、さらにNの所定の条件について示されている。つまりステータ側の作るパーミアンスの脈動成分が、マグネットの極数と同数のコギングトルクの脈動成分を発生させる原因の一つとなっている。

【0018】

8極12スロットの場合、固定子鉄心には、 $N=4$ であり、 $N=2$ が作る高次成分としての $N=4$ も低次脈動成分の原因となる。

フレーム固定時に、フレームから固定子鉄心に力が加わった結果として、コギングトルクに影響が現れるメカニズムとしては、大きく分けて2つある。ひとつは、鉄心の変形の問題である。すなわち、鉄心内部に力が伝搬する際に、フレームと鉄心の剛性(硬さなど)のバランスで、最終的な状態に落ち着いたときに、主としてティース先端部の位置と開口幅(これらは、磁束を通る空隙に影響する)が、フレームに固定する前と比べて、どの程度変化し、ティース毎に見たときどのような不均一分布をもつか、である。

【0019】

そして、ふたつめは、最終的に変形しきれずに残留応力として鉄心内部に残ったエネルギーが、鉄心の磁気特性(磁束の通りやすさ、透磁率)を部分的に変化させ、鉄心内部において、磁束の通り方が、ティース毎に見たときにどの程度変化し、どのような不均一な分布が生じたか、ということである。

これらの変化については、構造解析によって、最終的な変形の状態と、残留応力が分布する状態を計算することが可能である。特に、残留応力の分布については、磁束の通り道に対し、どのような領域でどのような変化が現れるかを知る手掛かりになる。

【0020】

一例として、内径が円で外径が楕円のフレームに、真円の固定子鉄心を焼きばめした場合の構造解析を行ったところ、ティース中心に応力の極大点を合わせた場合よりも、スロット中心に応力の極大を合わせた場合の方が、残留応力の2回対称の脈動振幅が大きくなった。残留応力は、電磁鋼板の磁気特性を変化させるため、電磁鋼板の磁気特性も、2回対称の脈動振幅が大きくなって、低次成分のコギングトルクが大きくなると考えられる。すなわち、低次成分のコギングトルクを低減するためには、スロット中心に応力の極大点を合わせるよりも、ティース中心に応力の極大点を合わせた方が、効果があると考えられる。

【0021】

しかし、上記極大応力地点をティース2の最近傍に位置合わせするのではなく、スロット3の中心部の最近傍に位置合わせすることもある場合がある。即ち、互いに対極に位置するスロット3の中央部を結ぶ線であるスロット中心線8と上記直線6とを一致させるというものである。ティース中心線7に基づく上記位置合わせをした場合を除き、この場合もコギングトルクの低減効果が認められた。この位置では、固定子鉄心1の肉厚は他の箇所よりも小さいが、コギングトルクの改善が認められたことから、応力のかかる方向が固定子鉄心1の円形断面上で、半径方向ではなく、それに対して角度を有する方向であって、上記構造解析で示したように、残留応力そのものが分散されて振幅として小さくなったことが、コギングトルクを低減させる方向に効果が現れたものと思われる。

【0022】

これは、コギングトルクが、最終的には、上記の残留応力による磁気特性の変化だけではなく、この変化に、実際のモータ動作を行う際の磁束の流れが組み合わさった結果として現れるため、固定子鉄心の詳細な形状や、回転子側の磁石の着磁方向、磁束の大きさなどの条件によって、応力の極大点と、固定子鉄心のティース中心あるいはスロット中心のどちらにあわせるのが最適であるかが変わると考えられるため、最適位置の決定に際しては、実施の形態2で示すように、構造解析などを活用して、決定するのが望ましい。

【0023】

また、極数とスロット数の組み合わせが、本実施例と異なる場合でも、フレームから固定子鉄心にかかる応力が、固定子鉄心のスロット部の側面にかかるか、ティース部の側面にかかるかによって、コギングトルクに現れる脈動成分が変化すると考えられるので、コギングトルクのばらつきを抑制するためには、フレームから固定子鉄心にかかる応力のかかり方を一定にする必要がある。そのためには、フレームから固定子鉄心にかかる応力の極大あるいは極小の点に着目して、この点に対して固定子鉄心のティースあるいはスロット中心線を位置決めする必要がある。

【0024】

このように、上記いずれの場合も、コギングトルクは、他の位置で固定した場合に比較して低減し、更に、この様に一定の配置関係を保って、管理された状態でフレーム4と固定子鉄心1とを固定すれば、同一機種である限りコギングトルクの大きさは揃うことになる。従来はこのような相互の固定位置関係を一定に管理するという方法を採用していなかったため、従来品におけるコギングトルクはその大きさにばらつきが大きく、平均統計的なコギングトルクの中心値が増大し、また、コギングトルクの大きさを製品管理指標としている場合は製品の歩留まりが低下することになっていたが、本発明によりコギングトルクの大きさのばらつきが改善され、上記したコギングトルク低減効果とあいまって製品の歩留まりも向上することになる。

【0025】

この効果は、単に位置合わせをして固定するというだけで得られ、特許文献1に開示されているフィンを製造するといった複雑な製造工程を必要としないので製造工程を簡略化でき、コストの低減にも効果的である。また、特許文献1に開示されている発明では実効的なフレーム肉厚が大きく減少し、フレームの機械的強度という点からも不安があったが、本発明によれば、フレーム肉厚の減少もなく、この点からも優れている。

【0026】

実施の形態2.

図2は、本発明に係る実施の形態2におけるモータの組み立て方法を示すものであり、図において、フレーム4として、実施の形態1と同じ円形フレームを例にとった。符号は図1の場合と同様である。

この実施の形態2では、フレーム4から固定子鉄心1にかかる応力の極大地点の位置が、その形状からは、判然としないケースを示している。例えば焼きばめ固定を例にとって説明すると、フレーム4の穴の形状、及び固定子鉄心1の外形形状が共に楕円形状であり、フレーム4を冷却した場合に、固定子鉄心1のどの地点が最初にフレームと接触するのが判然としない。したがって極大応力地点が判然としない。

【0027】

このような場合に応力の極大位置を決めるためには、例えば構造解析プログラムを利用して、フレーム4から固定子鉄心1にかかる応力の分布を計算すれば良い。

フレーム4の形状と材質、固定子鉄心1の形状と材質、及び相互の配置条件と温度条件が入力されれば、例えば焼きばめにより固定した場合の固定子鉄心の応力分布が構造解析プログラムを使って計算できる。フレーム4と固定子鉄心1の複数の配置条件（具体的には例えば回転角を変える）についての上記計算結果からティース中心線7、若しくはスロット中心線8に対応する位置に応力の極大値が来るような配置を見つけ出すことにより、所定の配置を決めることができる。

【0028】

なお、この手法では、フレームが固定子鉄心側面に応力がかかり、内部に歪みを伴いながら伝搬していった最終的な結果としての残留応力の分布と、方向も分かるので、この情報に基づきティース近傍、又はスロット近傍に応力の極大値を持つてくるのではなく、他の位置に極大値を持つてくる方がコギングトルクの低減の観点からは好ましい場合もある。これは、応力の方向とその方向における固定子鉄心1の肉厚から判断することになる。なお、その機種で一旦決められた位置に位置合わせしてフレーム4と固定子鉄心1とを固定すれば、実施の形態1で述べたとおり、コギングトルクの低減効果に加えてそのバ

ラツキを低減する効果もある。したがって、一定の配置関係に位置決めしないで固定する従来のモータ製造方法に比べて、コギングトルクの大きさのばらつき改善と、コギングトルク低減効果とがあいまって製品の歩留まりも向上することになる。

以上のことはフレーム 4 の外形が、方形やその他の形状であっても同様に成り立ち同様の効果を得ることができる。

【0029】

実施の形態 3.

図 3 は、本発明に係る実施の形態 3 におけるモータの組み立て方法を示す図である。図 1 と同一符号は同一の部品を示している。フレーム 4 は方形フレームであり、また、フレーム 4 の穴の形状はその回転子回転軸に垂直な断面において略円形であるとし、固定子鉄心 1 の外形形状もまた、略円形である場合のものである。

このような場合は、フレームの肉厚が、周方向に明らかな分布を持つので、フレームから固定子鉄心側面にかかる応力は、フレームの肉厚に依存し、法線方向のフレームの肉厚が大きければ大きいほど、側面にかかる応力は大きいと考えられる。すなわち、フレーム 10 の肉厚が他に比べて大きくなる対角線方向において、フレーム 10 から固定子鉄心 1 への応力は大きくなる。

【0030】

したがって、応力の極大点にティース中心を合わせるため、フレーム 4 の 2 本の対角線 9 のいずれかに固定子鉄心 1 のティース中心線 7 が一致するように位置決めをして、固定子鉄心 1 をフレーム 4 に固定することにより実施の形態 1 で説明した効果と同様の、コギングトルク低減の効果を得ることができる。また本実施例のように、フレームの厚みが、法線方向に明らかな分布があり、それに依存した応力が、固定子鉄心にかかると考えられる場合で、分布が機械角 360 度に対し、4 回対称であり、スロット数が 12 で、スロット数を対称性 4 で割った結果が 3 と奇数になる場合には、必ずしも応力が極大となる点にのみ着目する必要はなく、極小となる点に着目し、応力の極小点となる、フレームの辺中心線上に、固定子鉄心のスロット中心を合わせても、結果的には、応力の極大点とティース中心を合わせたことになる。このように、フレーム形状とスロット数によっては、応力の極大点のみに着目する必要はなく、極小点に着目して、位置決め基準を決定しても、構わないと言える。製造方法の詳細は上記位置決め方法を除き、実施の形態 1 に記載したとおりである。

【0031】

なお、以上、実施の形態 1 から 3 においては、フレームと固定子鉄心の固定は、焼きばめにて行ったが、圧入方式でも接着剤による固定でもよく、特に固定の方法を限定するものではない。いずれの固定法を用いても上記同様の効果を得ることができる。

更に、本発明においては、12 スロットの固定子を例示したが、ほかの極スロットの場合でもよく、これを限定するものではない。

更にまた、上記各実施の形態においては、フレーム外形の断面形状として円形や、方形を例示したが、三角形や、五角形でもよく、フレームの形状を特に限定するものではない。

【0032】

実施の形態 4.

図 4 は、本発明に係る実施の形態 4 におけるモータの組み立て方法を示す図である。図 1 と同一符号は同一の部品を示している。フレーム 10 は略方形フレームであり、対角線方向に略円形に切り欠きがある。また、図示していないが、上部にコネクタボックス等が設置されて、フレーム 10 の肉厚に影響を与える場合がある。

このような場合は、フレーム 10 の肉厚分布が、簡単には分からないため、図 5 のような、法線方向のフレーム肉厚の角度依存性を求めた。

その結果、肉厚分布が厚くなり、フレームから固定子鉄心にかかる応力が極大になる部分が急峻であり、肉厚分布が極小になり、固定子鉄心が受ける応力が極小となる領域の方が、変化が緩やかであることがわかる。

【0033】

前述したように、4回対称のフレームで、スロット数が12で対称性4で割った値が3と奇数であるので、応力極小となる点に着目して位置決めしても同等の配置になる。

特に本実施例のフレーム形状のように、応力が極大となる点での変化率が急峻である場合には、製造工程上、どうしても有限の位置決め精度が存在するため、変化率が極小となる配置で位置決めした方が、量産時には位置決め誤差の影響を受けにくい。

そこで、本実施例では、極小となる角度を中心として、量産機の位置決め精度 ± 10 度の範囲をもって、固定子鉄心とフレームを位置決めして、フレームを固定することとした。このようにすることにより、実施の形態1で説明したのと同様の、コギングトルクを低減する効果を得ることができるとともに、工作工程上、位置決め精度が有限である場合に、その誤差の影響を受けにくい状態で位置決めすることが可能となり、量産時においてもコギングトルクをばらつきなく、小さい値に保つことができる。

【0034】

実施の形態5.

本実施例においては、実施の形態4と同じフレームを使用するが、固定子鉄心に関節型鉄心を採用した場合を示している。これは、電磁鋼板から継ぎ目のない略円形で鉄心を打ち抜くのではなく、図6に示すように、1箇所以上の切れ目があり、スロット部に、曲げることができる蝶つがいの機構（関節部10）を設けて、ティースに巻き線を巻く工程時に、固定子鉄心を直線状にしておき、巻き線が容易に行えるように工夫したものである。固定子鉄心に、切れ目があるため、巻き線をした後に切れ目を合わせて、鉄心の側面に溶接などの接続作業をする必要がある。この部分を突き合せ部と呼ぶ。図7に突き合せ部11が分かる固定子鉄心の概略図を示す。

【0035】

鉄心の突き合せ部には、溶接時の残留応力が残っているなど、ほかのスロット部分とは、構造的にも、内部状態としても、異なる特性を有している。このため、このような突き合せ部が存在するような、関節型鉄心の場合には、フレームから突き合せ部にかかる応力が少ない方が望ましいと考えられる。

そこで本発明では、単にスロットの中心線ではなく、突き合せ部の中心線を位置決めの基準用の点とし、フレームから固定子鉄心にかかる応力についても、必ず極小となる配置、すなわち、フレームの法線方向の肉厚分布において、厚みが極小で、その変化率も極小となる配置に、突き合せ部が合うように、位置決めの目標点を置く。位置決め精度は、実施の形態4と同等の ± 10 度である。

【0036】

図8は、上記のように位置決めして製造した場合のコギングトルクの低次成分の実測結果をまとめたものである。 ± 10 度の範囲内で、位置決め角度がばらついても、目標とする0.05[arb.unit]以下に、おさまっている。なお、意図的に位置決め角度を22度とばらつかせた場合のデータを黒升印にて示している。以上の実測結果から、位置決めができていない場合に比べて、位置決めした場合には、確実にコギングトルクが低減していることが分かる。

【0037】

このように、フレームから固定子鉄心にかかる応力、すなわち、フレームの法線方向の厚み分布が極小となり、かつ厚み分布の変化率が、極小となる点を目標点として、固定子鉄心の突き合せ部を合わせて位置決めすることにより、突き合せ部が存在する関節型鉄心を用いた場合でも、実施の形態1で説明した効果と同様のコギングトルクを低減する効果を得ることができるとともに、工作工程上、位置決め精度が有限である場合に、その誤差の影響を受けにくい状態で位置決めすることが可能となり、量産時においてもコギングトルクをばらつきなく、小さい値に保つことができる。

また、本方法については、関節型鉄心に限らず、ティースとティースの接続部を薄肉で連結するタイプの薄肉型鉄心などにも使用することができることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】本発明に係る実施の形態1におけるモータの固定子の軸方向に垂直な断面を示す図である。

【図2】本発明に係る実施の形態2におけるモータの固定子の軸方向に垂直な断面を示す図である。

【図3】本発明に係る実施の形態3におけるモータの固定子の軸方向に垂直な断面を示す図である。

【図4】本発明に係る実施の形態4におけるモータの固定子の軸方向に垂直な断面を示す図である。

【図5】本発明に係る実施の形態4におけるフレームの、法線方向の肉厚分布を示したものである。

【図6】本発明に係る実施の形態5における関節型鉄心を説明する図である。

【図7】本発明に係る実施の形態5における関節型鉄心の突き合せ部を説明する図である。

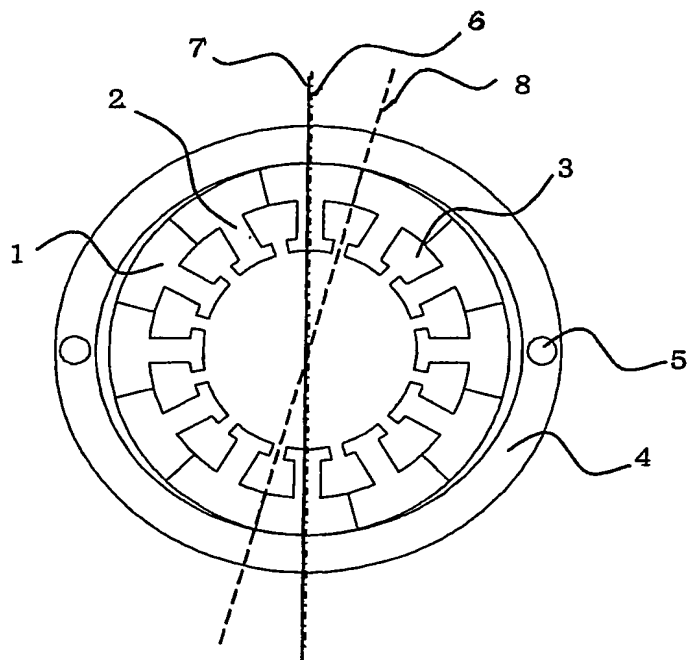
【図8】本発明に係る実施の形態5における関節型鉄心の突き合せ部で位置決めして製造した場合のコギングトルクの低次成分の実測結果を示すものである。

【符号の説明】

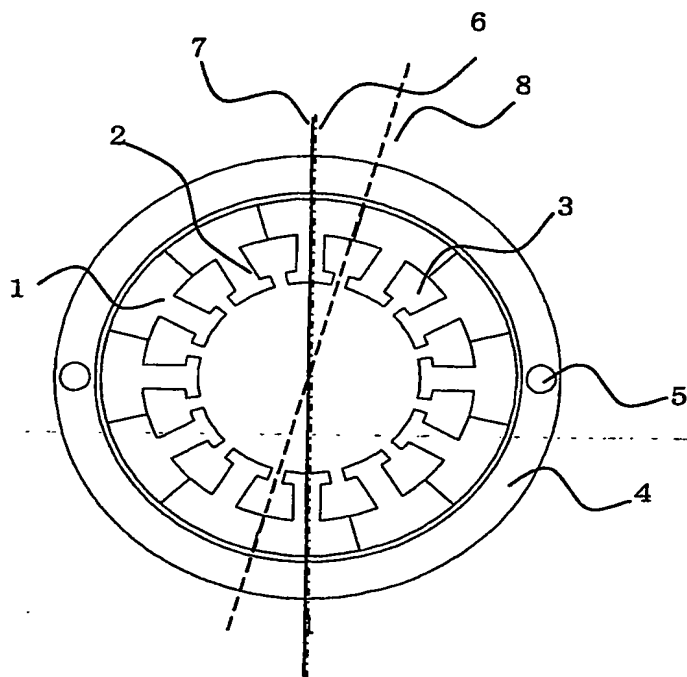
【0039】

- | | | | |
|----|------------|----|---------|
| 1 | 固定子鉄心 | 2 | ティース |
| 3 | スロット | 4 | フレーム |
| 5 | 取付用ネジ穴 | 6 | フレーム短軸線 |
| 7 | ティース中心線 | 8 | スロット中心線 |
| 9 | 方形対角線 | 10 | 関節部 |
| 11 | 突き合せ部(溶接部) | | |

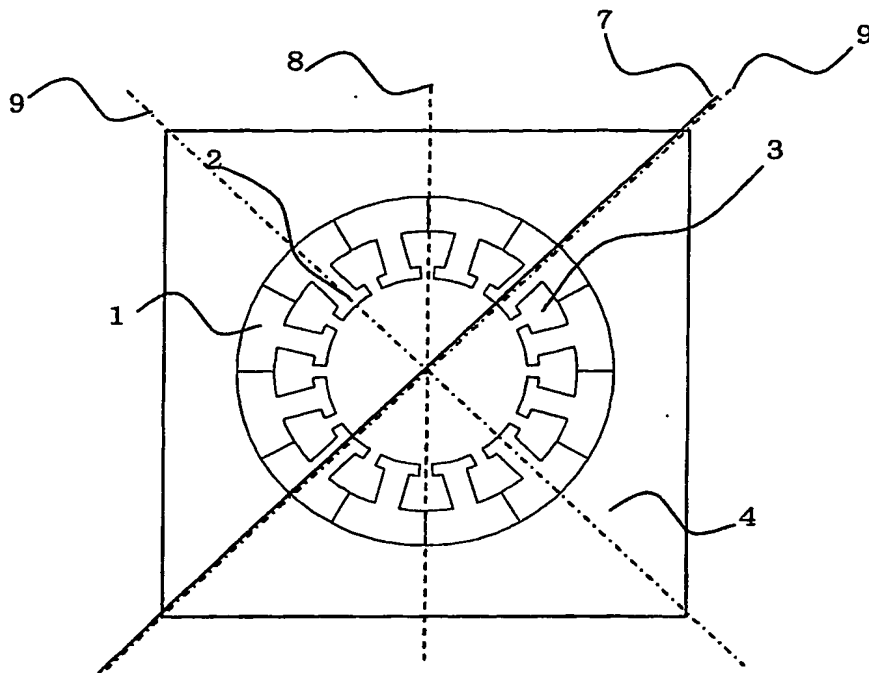
【書類名】 図面
【図 1】



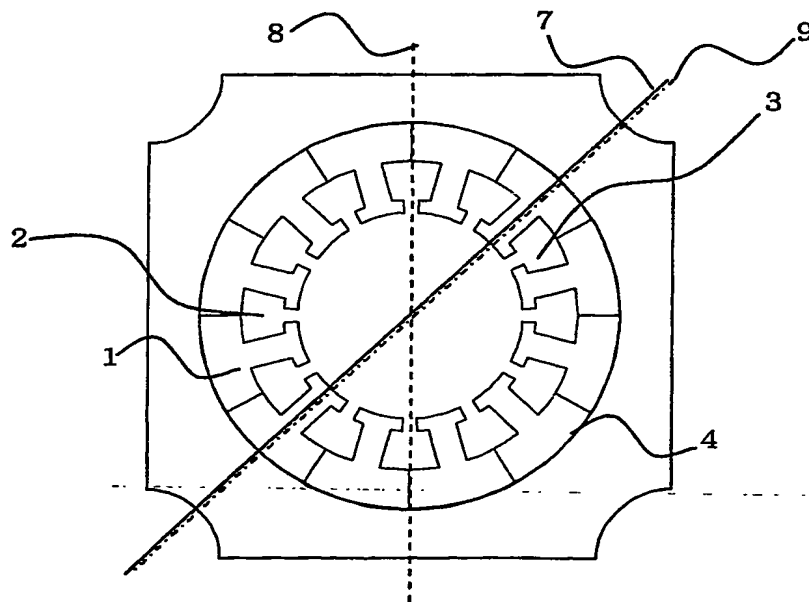
【図 2】



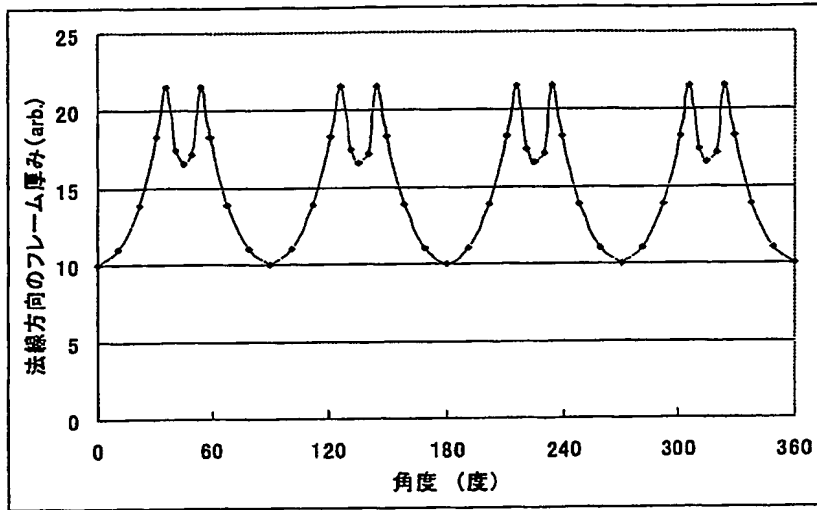
【図 3】



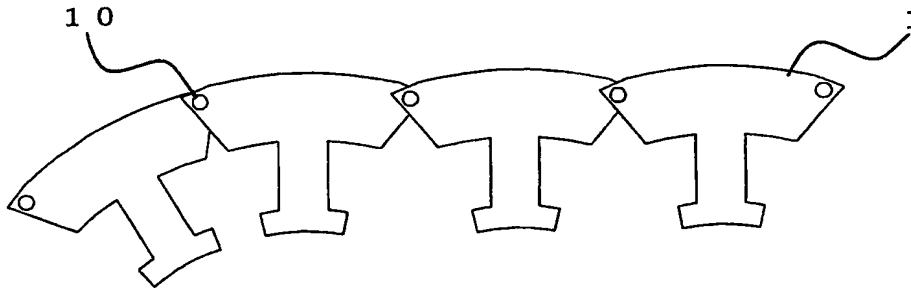
【図 4】



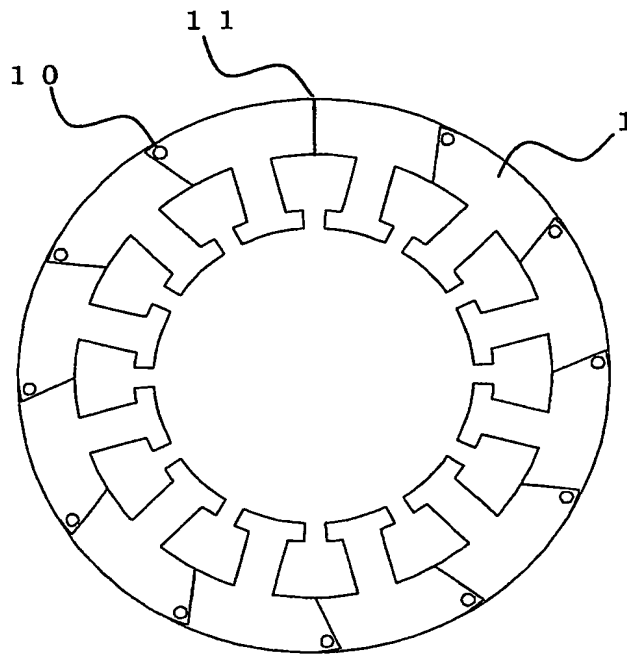
【図 5】



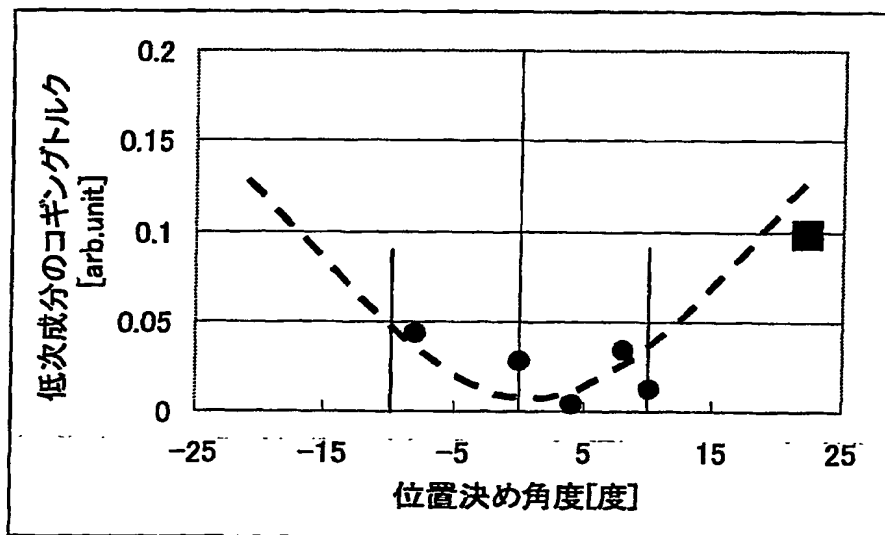
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 フレームと固定子鉄心との簡単な位置決め固定方法により、コギングトルクを低減すると共に、コギングトルクの大きさのばらつきを改善し、量産時の製品の歩留まりを向上することを目的とする。

【解決手段】 フレーム内に固定子鉄心を固定することによりモータを製造する方法において、上記フレームから固定子鉄心への応力が、そのモータの機種毎に、上記固定子鉄心の予め決められた位置で、実質的に極点をもつ配置に、上記フレーム及び固定子鉄心間の位置決めをして、上記フレームに対して上記固定子鉄心を固定したものである。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-014850
受付番号	50400107762
書類名	特許願
担当官	福田 政美 7669
作成日	平成16年 3月29日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】

000006013

【住所又は居所】

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

【氏名又は名称】

三菱電機株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】

100073759

【住所又は居所】

兵庫県尼崎市南塚口町2丁目14-1

【氏名又は名称】

大岩 増雄

【選任した代理人】

【識別番号】

100093562

【住所又は居所】

兵庫県尼崎市南塚口町1丁目1番18号 サンバー
ーストビル6階 ばるも特許事務所 ウェストブ
ランチ

【氏名又は名称】

児玉 俊英

【選任した代理人】

【識別番号】

100088199

【住所又は居所】

千葉県浦安市高洲15番地4 潮音の街7-30
5号 ばるも特許事務所竹中ランチ

【氏名又は名称】

竹中 岑生

【選任した代理人】

【識別番号】

100094916

【住所又は居所】

兵庫県尼崎市南塚口町1丁目1番18号 サンバ
ーストビル6階 ばるも特許事務所 ウェストブ
ランチ

【氏名又は名称】

村上 啓吾

出願人履歴情報

識別番号

[000006013]

1. 変更年月日

1990年 8月24日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

氏 名

三菱電機株式会社